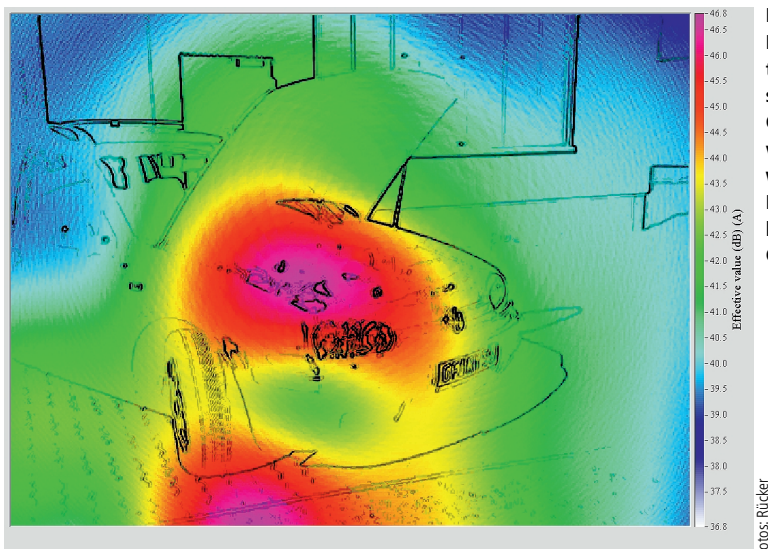


Auf der Suche nach dem guten Ton

Bis eine störende Schallwelle lokalisiert ist, können Monate vergehen. Es sei denn, man verfügt über eine Kamera, die den bis dato unsichtbaren Ton visualisiert.



Messung am Motor: Die akustische Kamera setzt den Geräuschpegel visuell um: Je wärmer die Farben, desto lauter das Geräusch.

Fotos: Rückler

So sehr sich die Ingenieure bemühen: Das Riemengeräusch des Motors störe immer noch den schönen tieffrequenten Sound. Im Wechselbad der Gefühle entschloss sich der nordeuropäische OEM schließlich, das Fahrzeug zum Akustik-Spezialisten Rückler in Gifhorn zu bringen. Der verfügt nämlich über eine Kamera, die Störgeräusche in nur wenigen Minuten aufspüren kann.

Dass der Kunde dann umgehend in die eigene Entwicklungsabteilung zurückkehrt, ist für Dr. Birger Kamp nichts Neues. Die Aufforderung: „Bitte löschen Sie noch vor unseren Augen alle Dateien“, hat den Entwicklungsleiter der Rückler-Niederlassung aber doch erstaunt. Denn natürlich würde Kamp niemals das Ergebnis der Analyse verraten.

Allerdings macht die Geheimniskrämerie des nordeuropäischen

Automobilherstellers seiner Meinung nach deutlich, welchen Stellenwert die Fahrzeug-Akustik als Erkennungs- und Unterscheidungsmerkmal mittlerweile genießt. „Die OEM investieren unzählige Entwicklungs- und Arbeitsstunden in das Geräuschbild ihrer Modelle und sind natürlich überrascht, wenn die akustische Kamera die monatelang gesuchte Störquelle innerhalb von nur wenigen Minuten erfasst. Leider schlägt sich das Ergebnis für uns manchmal negativ nieder.“ Denn immer wieder komme es vor, dass die Kunden mit der Lösung im Gepäck noch während der Auftragsverhandlungen schnurstracks in ihre Heimat zurückkehren.

Dort feilen mittlerweile alle OEM an der Geräuschkulisse ihrer Modelle: Nicht nur markentypisch und wohlklingend sollen diese sein, sondern die Sportlichkeit und

den Komfort als akustische Botschaft betonen. Im Mittelpunkt stehen:

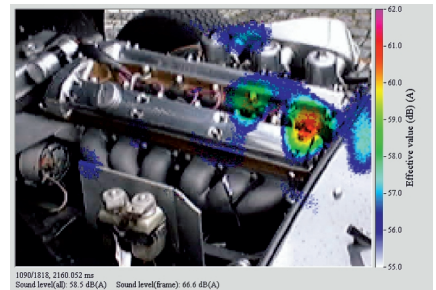
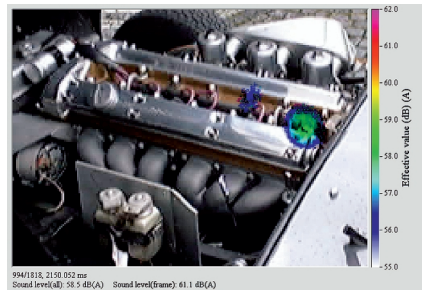
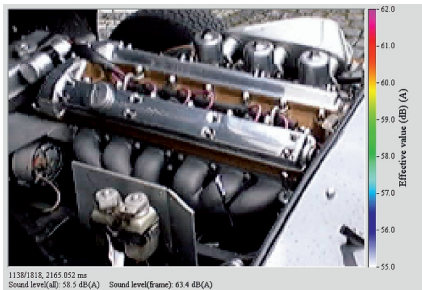
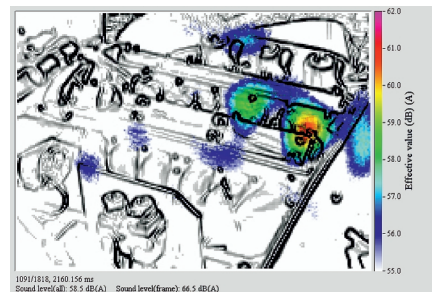
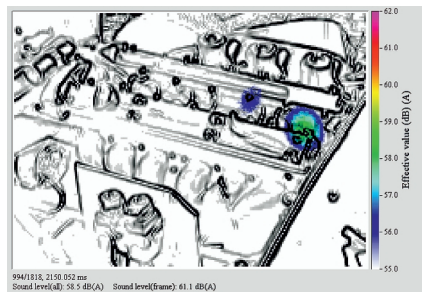
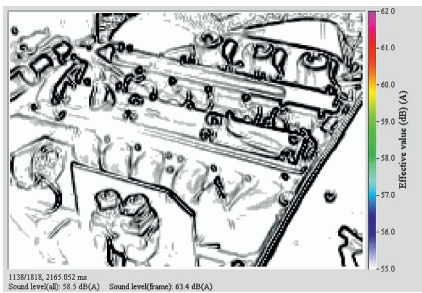
- Motorakustik: Riemengeräusche, Kettentrieb, Nockenwellentrieb, Geräusche von Nebenaggregaten wie Turbolader, Wasserpumpe und Generator
- mechatronische Systeme: Motor-Getriebe-Kombination z. B. an Sitzen, motorgetriebene Baugruppen, wie Fensterheber und Schiebedach, sowie das Klappern von Bauteilen
- Außengeräusche: Windgeräusche bei Vorbeifahrt und Geräuschemissionen bei Vorbeifahrt
- Innengeräusche: Windgeräusche und Geräuschemission der Lüftung

Die Wahl des Mikrofonrings ist von der Größe und Entfernung des Meßobjekts abhängig: Im Bild der für mittlere Entfernungen.

Farbenfrohe Technik

Dem Anspruch eines Entwicklungsdienstleisters entsprechend, setzt die Gifhorer Rückler GmbH auf das wohl modernste akustische





Entstehung und Entwicklung eines Geräuschimpulses: Mit der Überlagerung von optischem Abbild und akustischer Kartierung lassen sich die Geräuschquellen am Objekt lokalisieren (laute Bereiche rot; leise blau).

sche Messinstrument: Die akustische Kamera fotografiert den Schall und erlaubt es, Geräuschquellen exakt zu lokalisieren und deren Pegel zu dokumentieren.

Der Trick liegt in der Überlagerung von optischem Abbild und akustischer Kartierung. Ähnlich wie bei einer Infrarotkamera erfolgt die Darstellung der Geräuschkulisse farbig. Damit sehen nach Ansicht von Birger Kamp „auch Nicht-Akustiker, wo der Schall entsteht und wie sich dieser ausbreitet – ein ganz wichtiger Aspekt bei der Klangoptimierung“.

Die Kamera umfasst folgende Baugruppen: das Mikrophon, den Rekorder zum Aufzeichnen der Mikrofondaten und schließlich den Laptop zum Berechnen der Schallkarten. Das gesamte System lässt sich in einem Pkw transportieren und in wenigen Minuten aufbauen.

Der Vorteil der Messmethode liegt darin, dass die Kamera alle Geräusche in einem Bild wiedergibt. Hierdurch lassen sich zeitliche und örtliche Zusammenhänge zwischen verschiedenen Geräuschquellen besonders einfach

demonstrieren. Die Rechenzeit beträgt nur wenige Minuten, sodass unterschiedliche Baustände bzw. Variationen unmittelbar zu vergleichen sind.

Zudem können akustische Filmsequenzen den zeitlichen Verlauf von Geräuschemissionen verdeutlichen. Die Geschwindigkeit der Sequenzen reicht von einer normalen Filmaufnahme mit 25 Bildern bis hin zu akustischen Hochgeschwindigkeitsaufnahmen mit bis zu 192 000 Bildern pro Sekunde. Mit dieser hohen Auf-

nahmegeschwindigkeit ist es sogar möglich, modulierte oder einmalig auftretende Geräusche zu lokalisieren, die im Frequenzspektrum normalerweise nicht erkennbar sind. So lassen sich zum Beispiel Knackgeräusche mit der akustischen Kamera lokalisieren, die bei Strukturveränderungen entstehen und für die Festigkeitsanalyse von Bedeutung sind.

Ein weiteres interessantes Feature der akustischen Kamera ist das „virtuelle Sound-Studio“. In diesem Modus übernimmt der Mauszeiger die Funktion eines Richtmikrofons, sodass man beispielsweise alle auftretenden Motorgeräusche am Rechner ortsbezogen hört.

Da die Technik der akustischen Kamera erst am Anfang steht, lassen sich viele Einsatzmöglichkeiten heute noch nicht absehen. Denkbar wären auch Anwendungen, bei denen keine akustischen Aspekte im Vordergrund stehen: Beispielsweise die Schadensanalyse und Vorbeugung an Motoren und Maschinen oder die Bestandsaufnahme an Bauwerken, wie Schallschutzwänden, Brücken oder Gebäuden.

Jens Badstübner

Das Potenzial der akustischen Kamera

Bei einem 6-Zylinder-Motor, 4.2 l Hubraum und 150 kW haben Verschleißerscheinungen das Motorgeräusch verstärkt: Die Ventilschäfte klappern deutlich und stören den tieffrequenten Sound.

Die Herkunftsorte des Klapperns lassen sich zunächst nur grob eingrenzen. Für die Detailuntersuchung berechnet die akustische Kamera einen Hochgeschwindigkeitsfilm mit 10 000 Bildern pro Sekunde im zuvor ermittelten Frequenzbereich um 6 kHz. Mit der zeitlichen und örtlichen Zuordnung zeigt sich, dass das störende Geräusch aus einzelnen Impulsen besteht, deren Pegel kurzzeitig um etwa 10 dB ansteigen und dann wieder abfallen. Der Ort liegt im Bereich der rechten hinteren Einlass-Nockenwelle: Das Spiel im Ventilschaft oder das Ventilspiel von Zylinder 6 ist die Ursache.